

Pemodelan Sektor-Sektor Inflasi di Indonesia Menggunakan Vector Autoregressive (VAR)

Modelling Inflation Sectors in Indonesia Using Vector Autoregressive (VAR)

Alan Prahutama^{1*)}, Suparti¹, Dwi Ispriyanti¹ dan Tiani Wahyu Utami²

¹Departemen Statistika Universitas Diponegoro

²Prodi Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang

*E-mail: alan.prahutama@gmail.com

ABSTRACT

Analisis time series dapat dibagi menjadi dua yaitu analisis time series univariat dan analisis time series multivariat. Analisis time series univariat salah satunya menggunakan ARIMA, sedangkan analisis time series multivariat dapat menggunakan VAR. VAR merupakan pemodelan persamaan simultan yang memiliki beberapa variabel endogen secara bersamaan. Asumsi dalam model VAR antara lain terjadi kausalitas antar variabel (kausalitas Granger), residual white noise dan berdistribusi normal multivariat. Pada paper ini, metode VAR diimplementasikan dalam memodelkan sektor-sektor Inflasi di Indonesia. Adapun sektor-sektor tersebut antara lain sektor makanan (Y_1), Sektor Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau (Y_2), Sektor perumahan, listrik, air, gas dan bahan bakar (Y_3), Sektor Sandang (Y_4), Sektor Kesehatan (Y_5), Sektor Pendidikan dan Olahraga (Y_6), Sektor Transportasi, Komunikasi dan Jasa Keuangan (Y_7). Hasilnya adalah tidak semua variabel sektor inflasi berpengaruh terhadap sektor lainnya. Hanya beberapa variabel yang berpengaruh terhadap suatu sektor. Asumsi kausalitas Granger tidak semua dipenuhi oleh semua variabel. Begitu juga dengan normal multivariat juga tidak terpenuhi. Akan tetapi residual model sudah white noise.

Keywords: vector autoregressive model, sectors of inflation, Granger Causality.

PENDAHULUAN

Data time series merupakan data yang diamati berdasarkan waktu pada rentang waktu dan periode tertentu. Metode analisis data time series yang sering digunakan adalah metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) yang pertama kali dikenalkan oleh Box Jenkin. Metode ARIMA termasuk dalam metode time series univariat. Metode ini mensyaratkan data harus stasioner dalam mean dan variansi. Sedangkan asumsi model ARIMA adalah residual white noise dan berdistribusi normal. Langkah-langkah dalam pemodelan ARIMA antara lain pengujian stasioneritas, identifikasi model ARIMA, pengujian parameter, serta pengujian asumsi model (Gujarati, 2003). Dalam pengujian stasioneritas dibagi menjadi dua yaitu stasioneritas dalam mean dan variansi. Stasioneritas dalam mean dapat dilakukan menggunakan plot Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF) atau menggunakan Dickey Fuller test (Fujita *et al.*, 2007). Jika data tidak stasioneritas dalam mean maka dilakukan differencing. Sedangkan untuk pengujian stasioneritas dalam variansi menggunakan transformasi box cox. Untuk identifikasi model ARIMA menggunakan plot

ACF dan PACF.

Jika data time series hanya berupa satu variabel maka metode ARIMA dapat digunakan untuk memodelkannya. Jika data time series terdiri dari beberapa variabel, dan terdapat saling ketergantungan antar variabel maka metode ARIMA tidak bisa digunakan untuk memodelkan. Hal ini dikarenakan data tersebut merupakan data time series multivariat. Oleh karena itu salah satu metode time series multivariat yang sering digunakan adalah vector autoregressive (VAR) (Kumar *et al.*, 2014). Metode VAR mampu memodelkan beberapa variabel dari data time series, dimana setiap variabel terdapat ketergantungan. VAR merupakan pemodelan persamaan simultan yang memiliki beberapa variabel endogen secara bersamaan (Orpia *et al.*, 2014). Prosedur pemodelan VAR sama halnya dengan metode ARIMA. Akan tetapi jika didalam pengujian stasioneritas dalam variansi di metode VAR dapat diabaikan. Hal ini dikarenakan jika stasioneritas variansi tidak terpenuhi untuk beberapa variabel, dan setiap variabel mempunyai bentuk transformasi yang berbeda-beda, maka pengujian ini bisa diabaikan. Beberapa penelitian terkait dengan metode VAR antara lain Nasution (2015) menerapkan pemodelan VAR untuk BI Rate dan inflasi.

Pada penelitian tersebut nilai inflasi yang dikaji tidak berdasarkan sektor-sektor inflasi akan tetapi berdasarkan nilai inflasi saja. Zhao and Chen (2015) mengembangkan model VAR dengan mengabungkan model dekomposisi untuk memodelkan curah hujan. Desvina dan Juliana (2016) melakukan pemodelan VAR untuk pemodelan pencemaran udara di kepulauan Riau. Farnoosh, *et al.*, (2017) telah mengembangkan model VAR berbasis nonlinier. Correa *et al.*, (2017) menerapkan model VAR pada perubahan harga ayam di Sao Paulo.

Salah satu implementasi model VAR adalah pemodelan sektor-sektor inflasi. Inflasi merupakan kecenderungan (trend) atau gerakan naiknya tingkat harga umum yang berlangsung secara terus-menerus dari suatu periode ke periode berikutnya. Inflasi yang terkendali dan rendah dapat mendukung terpeliharanya daya beli masyarakat. Sedangkan inflasi yang tidak stabil akan mempersulit dunia usaha dalam perencanaan kegiatan bisnis, baik dalam kegiatan produksi dan investasi maupun dalam penentuan harga barang dan jasa yang diproduksinya. Bagi pemerintah estimasi inflasi diperlukan dalam penyusunan RAPBN dan bagi masyarakat/investor sebagai bahan pertimbangan perencanaan investasi.

Menurut Bank Indonesia (2013), pengelompokan inflasi di Indonesia yang diukur dengan Indeks Harga Konsumen (IHK) dapat dibagi menjadi tujuh kelompok pengeluaran, yaitu kelompok bahan makanan; kelompok makanan jadi, minuman, rokok dan tembakau; kelompok perumahan, air, listrik, gas dan bahan bakar; kelompok sandang; kelompok kesehatan; kelompok pendidikan dan olahraga; serta kelompok transportasi, komunikasi dan jasa keuangan. Ketujuh kelompok pengeluaran tersebut sangat mempengaruhi terjadinya inflasi di Indonesia.

Pada jurnal ini akan dikaji pemodelan inflasi pada sektor-sektor tersebut menggunakan metode VAR. Kebaharuan penelitian ini adalah belum ada yang

mengembangkan pemodelan VAR untuk sektor-sektor inflasi di Indonesia.

METODE

Variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sektor-sektor pengeluaran inflasi sebanyak tujuh sektor. Sektor tersebut antara lain Sektor Bahan Makanan (Y_1), Sektor Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau (Y_2), Sektor perumahan, listrik, air, gas dan bahan bakar (Y_3), Sektor Sandang (Y_4), Sektor Kesehatan (Y_5), Sektor Pendidikan dan Olahraga (Y_6), Sektor Transportasi, Komunikasi dan Jasa Keuangan (Y_7). Data diperoleh dari Bank Indonesia. Periode data yang digunakan adalah Januari 2007- Agustus 2017 berupa data bulanan yang dihitung dari inflasi year's on years (yoy). Adapun langkah-langkah dalam penelitian penelitian ini adalah (1) Menguji stasioneritas dari data. (2) Menentukan lag optimal dengan melihat nilai AIC terkecil. Dalam penelitian ini lag yang dicobakan 1 sampai 4. (3) Estimasi Parameter model VAR berdasarkan lag optimum (4) pengujian signifikansi parameter (5) Pengujian Granger Causality (6) Pengujian asumsi residual white noise dan normalitas multivariat.

Vector Autoregressive (VAR)

Secara umum model VAR dengan k variabel dapat dituliskan sebagai berikut (Zhao and Chen, 2015):

$$\hat{Y}_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^L \beta_{1j} Y_{1,t-j} + \dots + \sum_{j=1}^L \lambda_{kj} Y_{k,t-j} + e_{it} \quad (1)$$

Y_{it} merupakan variabel pengamatan ke- i dan pada waktu ke- t . α_i merupakan konstanta pada variabel ke- i , β_{1j} merupakan koefisien parameter pada variabel ke-1 lag ke- j , γ_{2j} merupakan koefisien parameter pada variabel ke-2 lag ke- j , λ_{kj} merupakan nilai koefisien parameter pada variabel ke- k , dengan $i = 1, 2, \dots, k$, k merupakan banyaknya variabel, $t = 1, 2, \dots, n$, n merupakan banyaknya waktu pengamatan, $j = 1, 2, \dots, L$, L merupakan banyaknya lag. Estimasi parameter model VAR dapat dicari dengan membentuk model VAR sebagai berikut (Zhao and Chen, 2015):

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{e} \quad (2)$$

dengan

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \\ \vdots \\ Y_{kt} \end{bmatrix}; \quad \boldsymbol{\beta} = [\alpha_i \quad \beta_{11} \quad \dots \quad \beta_{1p} \quad \gamma_{21} \quad \dots \quad \gamma_{2p} \quad \dots \quad \lambda_{k1} \quad \dots \quad \lambda_{kp}]^T$$

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & Y_{1,1-p} & \cdots & Y_{1,1-p} & Y_{2,1-p} & \cdots & Y_{2,1-p} & \cdots & Y_{k,1-p} & \cdots & Y_{k,1-p} \\ 1 & Y_{1,2-p} & \cdots & Y_{1,2-p} & Y_{2,2-p} & \cdots & Y_{2,2-p} & \cdots & Y_{k,2-p} & \cdots & Y_{k,2-p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & Y_{1,n-p} & \cdots & Y_{1,n-p} & Y_{2,n-p} & \cdots & Y_{2,n-p} & \cdots & Y_{k,n-p} & \cdots & Y_{k,n-p} \end{bmatrix}$$

Estimasi parameter model VAR menggunakan Ordinary Least Square (OLS) sehingga diperoleh nilai parameter sebagai berikut:

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y} \quad (3).$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1 disajikan statistika deskriptif dari data penelitian yang dikaji:

Tabel 1. Statistika Deskriptif untuk 7 kelompok pengeluaran inflasi dari Januari 2007-Agustus 2017

Sektor	Mean	Stdev	Min	Max
Y_1	8.81	4.317	1.452	20.019
Y_2	7.071	1.862	4.25	12.931
Y_3	4.933	2.474	1.183	12.398
Y_4	5.18	2.858	-0.413	12.267
Y_5	4.59	1.707	2.187	9.691
Y_6	4.87	1.799	2.747	10.408
Y_7	3.715	5.215	-6.852	16.333

Berdasarkan Tabel 1. terlihat bahwa rata-rata nilai inflasi untuk sektor bahan makanan juga lebih besar dibandingkan dengan sektor lainnya. Sedangkan untuk sektor transportasi, komunikasi dan jasa keuangannya memiliki rata-rata nilai inflasi yang paling rendah, akan tetapi memiliki standard deviasi yang paling tinggi diantara sektor lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa variansi atau keragaman pada sektor transportasi, komunikasi dan jasa keuangan yang paling tinggi. Langkah selanjutnya adalah menguji stasioneritas menggunakan *Augmented Dickey Fuller* (ADF) Test. Berikut hasil pengujian stasioneritas dari variabel-variabel yang diteliti.

Tabel 2. Uji Stasioneritas Data

Variabel	DF	Prob.	Kesimpulan
Y_1	-2.986	0.038	Stasioner
Y_2	-2.014	0.280	Non-Stasioner
Y_3	-4.221	0.0009	Stasioner
Y_4	-1.972	0.299	Non-Stasioner
Y_5	-2.623	0.09	Non-Stasioner
Y_6	-2.05	0.265*	Non-Stasioner
Y_7	-3.27	0.018	Stasioner

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa variabel Y_2 , Y_4 , Y_5 , dan Y_6 tidak stasioner

sehingga perlu dilakukan differencing satu. Untuk differencing dilakukan disemua variabel baik yang stasioner maupun nonstasioner. Berikut hasil uji ADF test hasil data differencing satu.

Tabel 3. Uji Stasioneritas Data Differencing 1

Variabel	DF	Prob.	Kesimpulan
Y_1	-7.696	0.000	Stasioner
Y_2	-8.19	0.000	Stasioner
Y_3	-3.91	0.002	Stasioner
Y_4	-8.46	0.000	Stasioner
Y_5	-4.09	0.001	Stasioner
Y_6	-4.77	0.0001	Stasioner
Y_7	-8.36	0.000	Stasioner

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa semua variabel sudah stasioner dengan differencing 1. Langkah selanjutnya adalah penentuan lag model VAR yang didasarkan pada nilai AIC terkecil. Penentuan lag dalam model VAR dilakukan secara trial and error. Semakin banyak lag yang digunakan, menunjukkan bahwa model semakin kompleks (tidak parsimoni).

Tabel 4. Nilai AIC dari setiap lag

Banyaknya Lag	AIC
1	-4.948
2	-5.039
3	-4.846
4	-4.880

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa nilai AIC terkecil, dengan banyaknya lag sebanyak 2. Oleh karena itu pemodelan VAR untuk sektor-sektor inflasi lag yang digunakan sebanyak 2. Langkah selanjutnya adalah estimasi parameter model VAR untuk sektor-sektor inflasi. Estimasi Model VAR yang terbentuk adalah sebagai berikut:

Model VAR untuk Sektor Makanan sbb:

$$\hat{Y}_{1t} = -0.06 + 0.49Y_{1t-1} - 0.175Y_{1t-2} + 0.123Y_{2t-1} + 0.32Y_{2t-2} + 0.15Y_{3t-1} + 0.37Y_{3t-2} + 0.06Y_{4t-1} + 0.03Y_{4t-2} - 0.03Y_{5t-1} - 0.22Y_{5t-2} - 0.16Y_{6t-1} + 0.1Y_{6t-2} + 0.007Y_{7t-1} - 0.14Y_{7t-2} + e_{1t}$$

Model VAR untuk Sektor Makanan Jadi, Minuman, Rokok dan Tembakau sbb:

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{2t} = & -0.02 - 0.002Y_{1t-1} + 0.03Y_{1t-2} + 0.2Y_{2t-1} - \\ & 0.16Y_{2t-2} - 0.08Y_{3t-1} + 0.23Y_{3t-2} + 0.04Y_{4t-1} - \\ & 0.002Y_{4t-2} + 0.08Y_{5t-1} + 0.13Y_{5t-2} - 0.11Y_{6t-1} - \\ & 0.04Y_{6t-2} + 0.05Y_{7t-1} - 0.03Y_{7t-2} + e_{2t}\end{aligned}$$

Model VAR untuk Sektor Perumahan, Listrik, Air, gas dan bahan bakar sbb:

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{3t} = & 0.01 + 0.063Y_{1t-1} + 0.03Y_{1t-2} - 0.04Y_{2t-1} - \\ & 0.15Y_{2t-2} + 0.1Y_{3t-1} + 0.32Y_{3t-2} - 0.03Y_{4t-1} + \\ & 0.005Y_{4t-2} + 0.17Y_{5t-1} + 0.37Y_{5t-2} + 0.04Y_{6t-1} - \\ & 0.1Y_{6t-2} + 0.04Y_{7t-1} - 0.02Y_{7t-2} + e_{3t}\end{aligned}$$

Model VAR untuk Sektor Sandang sbb:

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{4t} = & -0.02 + 0.06Y_{1t-1} - 0.07Y_{1t-2} - 0.35Y_{2t-1} - \\ & 0.27Y_{2t-2} - 0.49Y_{3t-1} + 0.19Y_{3t-2} + 0.21Y_{4t-1} - \\ & 0.19Y_{4t-2} + 0.34Y_{5t-1} + 0.38Y_{5t-2} + 0.14Y_{6t-1} - \\ & 0.11Y_{6t-2} + 0.04Y_{7t-1} + 0.11Y_{7t-2} + e_{4t}\end{aligned}$$

Model VAR untuk Sektor Kesehatan sbb:

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{5t} = & -0.007 + 0.03Y_{1t-1} - 0.034Y_{1t-2} + 0.098Y_{2t-1} - \\ & 0.075Y_{2t-2} + 0.14Y_{3t-1} - 0.07Y_{3t-2} + 0.038Y_{4t-1} + \\ & 0.02Y_{4t-2} + 0.14Y_{5t-1} + 0.39Y_{5t-2} - 0.03Y_{6t-1} - \\ & 0.04Y_{6t-2} + 0.005Y_{7t-1} - 0.007Y_{7t-2} + e_{5t}\end{aligned}$$

Model VAR untuk Sektor Pendidikan dan Olahraga sbb:

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{6t} = & 0.004 - 0.0003Y_{1t-1} - 0.001Y_{1t-2} + 0.13Y_{2t-1} - \\ & 0.1Y_{2t-2} - 0.07Y_{3t-1} + 0.2Y_{3t-2} - 0.015Y_{4t-1} - \\ & 0.05Y_{4t-2} - 0.07Y_{5t-1} - 0.001Y_{5t-2} + 0.24Y_{6t-1} + \\ & 0.09Y_{6t-2} - 0.03Y_{7t-1} - 0.03Y_{7t-2} + e_{6t}\end{aligned}$$

Model VAR untuk Sektor Transportasi, Komunikasi dan Jasa Keuangan sbb:

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{7t} = & 0.01 + 0.06Y_{1t-1} + 0.12Y_{1t-2} - 0.06Y_{2t-1} - \\ & 0.86Y_{2t-2} + 0.56Y_{3t-1} + 1.5Y_{3t-2} + 0.004Y_{4t-1} - \\ & 0.14Y_{4t-2} - 0.63Y_{5t-1} + 0.48Y_{5t-2} - 0.02Y_{6t-1} + \\ & 0.12Y_{6t-2} + 0.23Y_{7t-1} - 0.32Y_{7t-2} + e_{7t}\end{aligned}$$

Langkah selanjutnya setelah memodelkan VAR adalah pengujian parameter model VAR. Tabel 5 menunjukkan pengujian signifikansi parameter model VAR (2). Pada Lampiran di Tabel 5 ditampilkan nilai uji t statistik dan p-value (terdapat pada tanda (...)).

Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa pada taraf signifikansi hingga 10%, hanya sedikit variabel yang signifikan. Variabel Y_{1t} hanya dipengaruhi oleh Y_{1t-1} , Y_{1t-2} dan Y_{7t-2} .

Untuk variabel Y_{2t} hanya dipengaruhi oleh Y_{2t-1} , Y_{7t-1} dan Y_{7t-2} . Untuk variabel Y_{3t} dipengaruhi oleh Y_{1t-1} , Y_{3t-2} , Y_{5t-2} , dan Y_{7t-1} . Untuk variabel Y_{3t} dipengaruhi oleh Y_{3t-1} , Y_{4t-1} , Y_{4t-2} , dan Y_{7t-2} . Untuk variabel Y_{5t} hanya dipengaruhi oleh Y_{3t-1} dan Y_{5t-2} . Sedangkan variabel Y_{6t} hanya dipengaruhi oleh Y_{3t-2} dan Y_{6t-1} . Untuk variabel Y_{7t} hanya dipengaruhi oleh Y_{3t-2} , Y_{7t-1} dan Y_{7t-2} .

Setelah pengujian signifikansi parameter model VAR (2), langkah selanjutnya adalah pengujian asumsi model. Pengujian model ini meliputi uji Granger Causality dan residua berdistribusi normal Multivariat. Pengujian Granger Causality dapat dilihat di Tabel 6. Berdasarkan Lampiran di Tabel 6 pada taraf signifikansi 5% dan 10%, menunjukkan bahwa variabel Y_{1t} dipengaruhi oleh variabel Y_{1t} pada lag ke-1 dan lag ke-2. Variabel Y_{2t} dipengaruhi oleh lag-lag di variabel Y_{3t} dan variabel Y_{7t} . Variabel Y_{3t} dipengaruhi oleh lag-lag di variabel Y_{1t} , Y_{3t} dan Y_{5t} . Variabel Y_{4t} dipengaruhi oleh lag-lag di variabel Y_{3t} , Y_{4t} dan Y_{7t} . Variabel Y_{5t} dipengaruhi oleh lag-lag di variabel Y_{3t} dan Y_{5t} . Variabel Y_{6t} dipengaruhi oleh lag-lag di variabel Y_{6t} . Variabel Y_{7t} dipengaruhi oleh lag-lag di variabel Y_{3t} dan Y_{7t} .

Langkah selanjutnya adalah pengujian white noise residual model VAR (2) menggunakan permanatu test. Berdasarkan lampiran di Tabel 7 menunjukkan semua lag mempunyai nilai probabilitas kurang dari taraf signifikansi hingga 10%. Hal ini menunjukkan bahwa residual model sudah white noise. Kemudian untuk hasil pengujian normalitas multivariat sebagai berikut:

H_0 : Residual Berdistribusi Normal Multivariate
 H_1 : Residual tidak berdistribusi Normal Multivariate

Kriteria uji yang digunakan Tolak H_0 jika nilai probabilitas Chi Square < taraf signifikansi. Diperoleh nilai probabilitasnya sebesar 0.000 sehingga menunjukkan bahwa residual tidak berdistribusi normal multivariat.

Untuk ukuran kebaikan model disetiap sektor, nilai R^2 yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Nilai R^2 untuk setiap variabel

Variabel	Nilai R^2 (%)
Y_1	27.68
Y_2	30.35
Y_3	43.61
Y_4	16.81
Y_5	40.54
Y_6	10.42
Y_7	32.90

Berdasarkan Tabel 8 menunjukkan bahwa nilai R^2 tertinggi terletak di variabel Y_5 , sedangkan nilai terendah terletak di Y_6 .

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa model VAR untuk sektor-sektor inflasi di Indonesia adalah model VAR (2). Selain itu didapatkan bahwa tidak semua variabel di sektor-sektor inflasi saling mempengaruhi. Contohnya variabel Y_{1t} hanya dipengaruhi oleh lag-lag di variabel Y_{1t} . Variabel Y_{2t} hanya dipengaruhi oleh lag-lag pada variabel Y_{3t} dan Y_{7t} . Asumsi normalitas multivariat tidak terpenuhi. Nilai R^2 untuk setiap model kurang dari 50%, ini menunjukkan bahwa pemodelan yang dilakukan kurang baik, sehingga diperlukan metode lain untuk memodelkan sektor-sektor inflasi di Indonesia, atau dapat dilakukan penambahan variabel lainnya untuk memodelkan. Untuk penelitian selanjutnya akan dikembangkan pemodelan VAR-NN (Neural Network).

DAFTAR PUSTAKA

Correa U, Riberio BPVB, Carvalho FM, Benedicto GC, Correa EA, and Correa BWA. 2017. Chicken Price Transmission Elasticity in Sao Paulo State Market. *Holos*. 8: 76-89.

- Desvina AP dan Julliana MD. 2016. Pemodelan Pencemaran Udara Menggunakan Metode Vector Autoregressive (VAR) di Provinsi Riau. *Jurnal Sains, Teknologi, dan Industri*. Vol. 13 No. 2: 160-167.
- Farnoosh R, Hajebi M, and Mortazavi SJ. 2017. A Semiparametric Estimator for the Nonlinear Vector Autoregressive Time Series Model. *Application and Applied Mathematics*. 12: 78-97.
- Fujita A, Sato JR, Garay HM, Malpartida, Yamaguchi R, Miyano S, Sogayar MC, and Ferreira CE. 2007. Modelling gene expression regulatory networks with the sparse vector autoregressive model. *BMC Systems Biology*. 1:39, 1-11.
- Gujarati DN. 2003. *Ekonometrika Dasar: Terjemahan*. Jakarta. Green HW. 2000. *Econometric Analysis 4th Edition*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Kumar BP and Supriya MV. 2014. Evidence on Hedging effectiveness in Indian Derivatives Market. *Asia-Pacific Financial Markets*. 21: 121-131.
- Orpia CB, Mapa DS and Orpia JC. 2014. Time series Analysis using Vector Autoregressive Model of Wind Speeds in Bangui Bay and Selected Weather Variables in Laoag City, Philippines. *Journal of Environmental Management and Tourism*. Vol.5, 1(9): 54-65.
- Nasution YSJ. 2015. Analisis Vector Autoregression (VAR) terhadap hubungan antara BI Rate dan Inflasi. *At-Tijarah*, Vol.5, No.2: 80-104.
- Zhao X and Chen X. 2015. Auto Regressive And Ensemble Empirical Mode Decomposition Hybrid Model for Annual Runoff Forecasting. *Water Resource Manage*. 29: 2913 -2926.

[illegible]